



Prefabricando lo natural. Los ecomateriales en la era de su reproductibilidad técnica¹

Juan Carlos Bamba

Alejandro Jesús González

La prefabricación de lo natural constituye un nexo de aproximación entre la agricultura y la arquitectura, convirtiendo las fibras naturales en materiales de construcción sostenible. La investigación entiende los recursos naturales como una fuente inagotable de aplicación para la arquitectura proponiendo prototipos habitables de emergencia contruidos con ecomateriales llevados al límite en condiciones climáticas extremas. Los resultados obtenidos en los prototipos permiten evaluar el comportamiento mecánico-físico y químico de estos materiales. Este proceso de mejoramiento progresivo de los prototipos tiene como objetivo la implementación de estos ecomateriales en la industria de la construcción.

PALABRAS CLAVE

Prefabricación, fibras naturales, ecomateriales, Chimborazo, Antártida

KEYWORDS

Prefabrication, Natural Fibers, Ecomaterials, Chimborazo, Antarctica

DE LA AGRICULTURA A LA ARQUITECTURA

La estructura del presente ensayo es deudora de la propia naturaleza de la investigación, esto es, la necesidad de entender la consecución de ambos prototipos como un proceso de mejoramiento progresivo de las cualidades de los componentes prefabricados y la adaptación a los condicionan-

tes específicos de cada lugar. Primero se plantearán las premisas de la investigación y se describirán las características fundamentales y comunes de ambos prototipos² para, posteriormente, establecer una comparativa –dialéctica– que niegue los falsos opuestos y redefina las posibilidades de la prefabricación de ecomateriales para la industria de la construcción de viviendas (figs. 02 y 03). La escasez de recursos, la explotación descontrolada de la naturaleza, el crecimiento poblacional, la necesidad de alimento y vivienda, y los avances tecnológicos, orientan la arquitectura

Juan Carlos Bamba Vicente

Arquitecto titulado por la ETSA de Sevilla y Máster en Proyectos Arquitectónicos Avanzados por la Universidad Politécnica de Madrid en la que actualmente es candidato al Doctorado Internacional en Proyectos Arquitectónicos Avanzados participando como miembro del Grupo de Investigación NuTAC. Premio Nacional e Internacional de la categoría A de la XXI Bienal Panamericana de Arquitectura de Quito (BAQ2016) con el Cabañón DLPM. En la actualidad es docente e investigador de la Facultad de Arquitectura y Diseño de la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil donde es el Coordinador de la Maestría en Crítica y Proyecto Arquitectónico Avanzado y miembro del Consejo Editorial de la Revista *DOMUS*. Orcid ID 0000-0001-6395-1565

Alejandro Jesús González Cruz

Arquitecto titulado por la ETSA de la Universidad Politécnica de Madrid. Máster y candidato al Doctorado Internacional en Proyectos Arquitectónicos Avanzados de la ETSAM con la tesis "Estrategias de juego en Arquitectura". Premio Nacional e Internacional de la categoría A de la XXI Bienal Panamericana de Arquitectura de Quito (BAQ2016) con el Cabañón DLPM. En la actualidad ejerce como Arquitecto, Investigador y Profesor Titular de Diseño Arquitectónico en la Facultad de Arquitectura y Diseño de la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil (Ecuador). Director del proyecto de investigación: Refugio Antártico Ecuatoriano. Orcid ID 0000-0003-2187-5378

Fig. 01

Puertas abiertas del Guardián del Chimborazo (prototipo #1).

hacia la exploración de oficios ancestrales –“lo primitivo”– pero con capacidad de reproducción en serie mediante procesos de prefabricación –“el futuro”³–, vinculados a las necesidades básicas del ser humano; la agricultura y la arquitectura se aproximan: el alimento y el techo. El recurso natural es cosechado como materia prima y convertido en material de construcción al experimentar diversos procesos. El ser humano separa el alimento del desecho, y mediante el reciclaje, otorga al desecho valor constructivo y aplicación en la protección del hábitat.

Este proyecto de investigación plantea la utilización de fibras naturales, en su mayoría las desechadas en procesos agroindustriales, para la obtención de nuevos productos para la industria de la construcción –ecomateriales– que resuelvan los mismos problemas que los materiales convencionales. Se trata de innovar a través de las técnicas tradicionales, recuperando la inteligencia de esa tecnología de lo necesario, pero mediante procesos de prefabricación y estandarización de la materia natural en ecomateriales que puedan aportar soluciones al problema de la vivienda contemporánea. El uso de materia natural en la producción de ecomateriales para la industria de la construcción aparece así como el instrumento necesario para balancear dos problemas al mismo tiempo: la ingente demanda de vivienda económica y sostenible, y el desperdicio de materia natural valiosa.

En esta investigación se define “lo natural” como un conjunto de “materias primas gratuitas”⁴ que pueden clasificarse según su procedencia: “materias inagotables”, aquellas que se pueden cosechar (bambú, paja de páramo, totora y lufa), “materias locales”, aquellos minerales e inorgánicos que ya se encuentran donde se requiere construir (la piedra volcánica en el Chimborazo y la nieve en la Antártida), y “materias de desecho”, aquellos recursos descartados tras la obtención del producto alimenticio (cascarilla de arroz, raquis de banano, cáscara del coco y la tusa del maíz) (fig. 04).

Con la “prefabricación de lo natural”, como medio de aproximación a la agricultura, la arquitectura podrá acceder a una fuente ilimitada de recursos, donde la naturaleza será la encargada de responder a las propiedades físico-mecánicas y químicas que se requieran para la construcción del hábitat del ser humano. El proceso complejo de materia a material es ecológico en todas sus fases (tratamiento, secado, desfibrado, pegado, prensado y panelizado), para que pueda ser considerado y catalogado como un verdadero ecomaterial (fig. 05).



**DE LAS TÉCNICAS
ARTESANALES
TRADICIONALES
A LOS PROCESOS
MECÁNICOS
INDUSTRIALES**

El proceso de diseño de los prototipos, al igual que el proceso de prefabricación, es empírico y sistemático. Las piezas que componen el refugio se fabrican en la planta para ser probados y verificar que las características y medidas son las adecuadas según las condicionantes que

debe responder. De esta forma se detectan errores y problemas en la construcción que son corregidos en el diseño del prototipo: se trata, pues, de un proyecto que se modifica continuamente según los resultados empíricos para ajustarse a la construcción según los requerimientos establecidos.

Por otro lado, es un proceso que una vez que va resolviendo los errores en el proyecto debe sistematizarse para producir una suerte de cadena de fabricación en la planta que defina medidas precisas y pasos mecanizados. Esta sistematización se entiende como un paso más en el proceso de construcción para convertirse en prefabricación de elementos o componentes estandarizados: a este proceso lo denominamos “prefabricar lo natural”. La estandarización de las medidas de los elementos que componen cada módulo y la modulación en sí misma que pretende el posible crecimiento, permite sistematizar el proceso de fabricación en la planta, que, aun siendo un laboratorio de investigación, sirve como simulacro de una potencial producción en serie para la industria de la construcción. El proceso de diseño del prototipo de refugio en la planta de Ecomateriales, por lo tanto, no es lineal, sino empírico y sistemático.

Fig. 02
Fachada este del Refugio Antártico
Ecuatoriano (prototipo #2).

Fig. 03
Fachada suroeste del Guardián del
Chimborazo (prototipo #1).





04



05

La construcción ecuatoriana, haciendo uso de técnicas artesanales tradicionales, de transmisión hereditaria en las comunidades, utiliza los recursos naturales en los sistemas constructivos de su arquitectura local. En la región costa ecuatoriana, en concreto, existen múltiples fibras naturales, provenientes de cultivos tradicionales, acompañantes inequívocos de la arquitectura vernácula, que han resuelto históricamente los problemas específicos de la vivienda, como la paja toquilla, las hojas de palma o el bijao. Según Deplazes en la “construcción del proyecto de arquitectura como cadena de adiciones de lo pequeño a lo grande”⁶ se producen los siguientes pasos: materiales en bruto, módulos, elementos, estructuras y la obra construida. La fabricación genera el paso de la “materia en bruto” al material de construcción como es el caso del ladrillo (“módulo”); la prefabricación (o “semifabricado” según Deplazes) conlleva procesos optimizados, sistematizados y estandarizados que acumulan mayor energía y generan componentes como es el caso de los paneles de ecomateriales o de las costillas de bambú (“elementos”).

El prototipo #1 se produce en este marco de los procesos de prefabricación desde lo específico; sus recursos naturales, las técnicas artesanales instrumentalizadas y la mano de obra local, recuperan el patrimonio cultural de una región –la sierra–, que conoce el material y sabe trabajarlo. Deplazes también asegura que el tejido de las fibras previo al prensado de los paneles tiene relación con el arte textil que para Gottfried Semper es el “arte original” como principio tectónico de la construcción ligera como las técnicas artesanales primigenias del hombre. El valor de lo “hecho a mano” frente a la industrialización conduce a la arquitectura a reducir su producción, su precisión, admite el error y la diferencia, y sustituye la cantidad por la calidad (fig. 06).

En el prototipo #2 cambia la lectura de lo natural y evoluciona hacia la reproducción, la seriación, la sistematización y la modulación incremental. Un objeto de estudio que no termina con el proyecto de investigación, que puede, no solo crecer, sino también reproducirse, lo que permite en definitiva su aplicación en prototipos de vivienda social debido entre otras cuestiones a la reducción del proceso de montaje. La incorporación de varias fábricas (proceso de prefabricación cooperativo) permite reducir tiempos, trabajar simultáneamente en diferentes partes del proyecto con departamentos especializados, y ser precisos y rigurosos constructivamente en su posterior montaje en el sitio; una participación en red, inclusiva, de alcance global, que relaciona cantidad con calidad (fig. 07).

DEL ESPACIO IRREDUCTIBLE AL ESPACIO EXTRA

En el prototipo #1 se trabaja desde la concepción del espacio mínimo necesario, un espacio irreductible, con capacidad para cuatro personas, de acceso frontal y directo, a través de una escalera externa, con doble puerta (exterior e interior con ventana), separado del suelo median-

te un sistema de zapatas superficiales de gaviones, que lo conectan a la tierra y lo protegen. La irreductibilidad entendida como la capacidad de un objeto de no alterar su diseño sin quitar algo esencial, en un escenario de escasez de medios, requiere que “el arquitecto produzca una abundancia de significados. El poder de la arquitectura es el poder de la síntesis, decir lo que quieres en dos palabras en lugar de tres, alcanzar una solución en el menor número de movimientos posibles”⁶ (fig. 08).



06



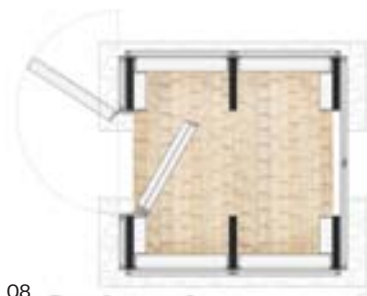
07

Fig. 04
Acopio de materias primas (raquis, coco, lechuguín y tusa de maíz) en la planta de Ecomateriales de la UCSG.

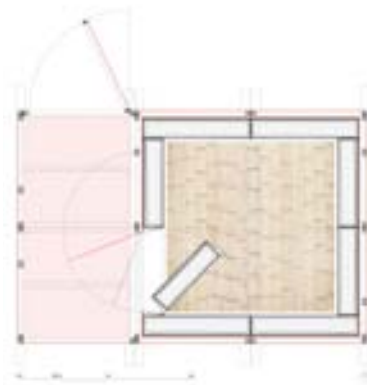
Fig. 05
Muestras de paneles de 50x50x5 cm (de arriba abajo): paja de páramo, lufa grande, totora, raquis de banano, abacá, lufa diminuta, residuo de abacá, fibra de coco, cascarilla de arroz, residuo de lana, y residuo de balsa.

Fig. 06
Piel externa de abacá del Guardián del Chimborazo (prototipo #1).

Fig. 07
Malla galvanizada protectora del bambú en el Refugio Antártico Ecuatoriano (prototipo #2).



08



09

Una vez se define el espacio irreductible natural, el prototipo #2 busca construir niveles de seguridad a través de un “espacio extra”, flexible e híbrido, que permite un acceso indirecto y tangencial más protegido. La condición de refugio en un entorno hostil, de difícil auxilio, determina que, durante su construcción, la seguridad de recursos materiales y humanos exija su protección, surge así el concepto: “el refugio del refugio”⁸, como condicionante operativo. Pero además la facilidad de montaje y crecimiento de la estructura flexible del segundo prototipo entiende que la arquitectura debe incluir ideas de sus usuarios, el habitante se empodera de la estructura adaptando el espacio a sus necesidades, ideas ya planteadas por Yona Friedman en su texto *Ville Spatiale* de 1956: “La arquitectura debe proveer un marco de referencia donde los habitantes construyan su hogar según sus necesidades”⁹, o Habraken en su “teoría de los soportes”¹⁰ con la participación libre del habitante en las viviendas. El sistema incremental permite aumentar los módulos programáticos incorporando nuevas funciones al refugio, aumentando su capacidad y mejorando sus instalaciones (fig. 09).

La estabilidad y permanencia del espacio irreductible natural del prototipo #1, se contrapone con el carácter crecedero y efímero del prototipo #2. Estos diferentes caracteres se expresan de forma clara en la lógica estructural y constructiva, esto es, en la relación entre la estructura y el cerramiento de ambos prototipos. En el prototipo #1 la lógica estructural es la de un “caparazón” que arriestra la estructura de costillas de bambú interna (irregular y deformable), es decir, que el cerramiento –los paneles naturales– en el caso de este prototipo son estructurales: la estructura coincide con el cerramiento. En el prototipo #2 la lógica estructural es la de un “exoesqueleto” compuesto una estructura de marcos de acero (regular e indeformable) que protege los paneles naturales no portantes que se acoplan como si de un mueble se tratase: la estructura no coincide con el cerramiento.



DEL "GENIUS LOCI" A UNA ARQUITECTURA MÓVIL

Una de las condiciones que determina de forma más precisa la prefabricación es la capacidad del prototipo para montarse y desmontarse, mientras que la durabilidad y adaptabilidad están condicionados por el lugar. La arquitectura debe responder a las necesidades del contexto preexistente en el que se implante, hasta alcanzar el equilibrio y espíritu del lugar: el "genius loci"¹¹. Cuando se desconoce el terreno donde será implantada una estructura, cuando el lugar no determina el proyecto, este no queda determinado por los condicionantes del lugar, debiendo pensarse para que pueda adaptarse a distintas localizaciones posibles (objetos atópicos¹²)

El prototipo #1 está determinado por su relación con el volcán del Chimborazo, la orientación, la vía de acceso, el anterior refugio del guardián y el contacto con el suelo a través de una cimentación superficial de gaviones rellenos de piedra volcánica. Una arquitectura mimetizada con el paisaje, cuya posición única y necesaria, determina el sistema de prefabricación de lo natural que a su vez define el proceso de montaje y desmontaje, con la intención de perdurar en el tiempo sin cambiar su localización (fig. 10). El prototipo #2 no está determinado por su localización exacta. Dada la no concreción de un lugar exacto necesario en las islas antárticas, la obligatoriedad de no invadir o generar impacto en el terreno, y las dificultades de logística para operar o trasladar material lejos de la base "Pedro Vicente Maldonado", incitan a pensar en soluciones con capacidad de desplazamiento. Vinculado a la necesidad de dar cobijo a investigaciones científicas que pueden cambiar de posición, el proyecto se divide en tres dispositivos móviles que pueden desplazarse unidos (tren) o por separado (trineo) y transportar, desmontado y recogido, el resto de componentes del refugio. El desmontaje, transporte y adaptación al usuario determinan la capacidad móvil del prototipo (fig. 11).

DE LA CAJA AL ESTUCHE

En la construcción in situ, los procesos se dilatan en el tiempo, se requiere una planificación total del proyecto para el entendimiento entre todos los agentes que intervienen, el producto final depende del proceso constructivo y de la precisión en la ejecución; la logística puede corregirse y alterarse durante el proceso gracias a los márgenes de tiempo. La prefabricación trabaja con la precisión y el control de calidad del producto que se obtiene, los tiempos de construcción se reducen, la modulación y medida de las partes se ajusta a la infinidad y diversidad de necesidades del ser humano y a la manipulación en el montaje y desmontaje de las componentes de la vivienda. En la prefabricación la logística de transporte, posterior a la fabricación de las partes, determina el diseño, la utilización de los recursos y el sistema constructivo. Es una etapa más del proyecto: el proceso constructivo comienza con la logística.

En un escenario de proximidad entre el lugar de producción y el lugar de construcción del proyecto, la logística no determina su proceso. El transporte por tierra hasta el lugar de construcción, se hace en el contenedor de un camión que se elige en función de las dimensiones de los componentes del proyecto. Una vez diseñado y fabricado el prototipo se busca un contenedor que sea capaz de almacenar todos los elementos, es decir, que el tamaño de las piezas que se prefabrican (paneles y costillas) no se ven condicionadas por unas



11

Fig. 08
Planta del Guardián del Chimborazo
(prototipo #1).

Fig. 09
Planta del Refugio Antártica Ecuatoriano
(prototipo #2).

Fig. 10
Acceso en la fachada suroeste del
Guardián del Chimborazo (prototipo #1).

Fig. 11
Acceso en la fachada este del Refugio
Antártico Ecuatoriano (prototipo #2).



12



13

medidas preestablecidas (fig. 12). En el prototipo #2, la logística es uno de los generadores del proyecto: determina su diseño, el despiece, el montaje y el desmontaje. El prototipo también debe ajustarse a la limitante del espacio de un contenedor de 20 pies en el que será transportado vía marítima, desde Guayaquil (Ecuador) hasta la Isla Greenwich o la Isla Dee (Antártida). Esto conlleva una reducción del tamaño de los componentes del prototipo que deben ser diseñados según la condicionante de las dimensiones de dicho contenedor (fig. 13). En este sentido, los contenedores o logística y por tanto la lógica de los prototipos podría ser clasificada según el símil tantas veces utilizado en la crítica de vivienda entre la caja y el estuche; el contenedor del Chimborazo tendría la lógica de la caja y el de la Antártida el del estuche. Dice al respecto Ignacio Paricio:

"El estuche es un envoltorio protector que se adecúa exactamente a las formas del objeto protegido. Las estrictas formas de unas lentes o incluso de unos cubiertos se reproducen cuidadosamente en el estuche. (...) La caja, por el contrario, es un envoltorio protector indiferenciado en el que pueden disponerse una gran diversidad de objetos"¹³.

En el caso de esta investigación el proceso es inverso y tiene relación con el contenedor donde irá transportado el prototipo pre-fabricado. El prototipo #1 pudo ser proyectado para una "caja" que podría albergar gran diversidad de elementos en relación al tamaño, forma y disposición dentro del contenedor, mientras que el prototipo #2 tuvo que proyectarse con la condicionante del tamaño y forma del "estuche" de 20 pies que fue asignado por la expedición del INAE a la Antártida.

**ENTRE LA
UNIVERSALIDAD DE
LA PRODUCTIBILIDAD
TÉCNICA Y LA
ESPECIFICIDAD DE
LA CONSTRUCCIÓN
VERNÁCULA**

Las reflexiones del presente ensayo nos llevan a establecer relaciones con la idea de "reproductibilidad técnica" expuesta por Walter Benjamin en su ensayo "La obra de arte en la era de su reproductibilidad técnica":

"Podríamos generalizar y decir: la técnica de la reproducción quita al objeto producido del dominio de la tradición. Reproduciéndolo infinitas veces reemplaza una existencia única por una pluralidad de copias; y al permitir que la reproducción alcance al observador en su situación particular, reactiva al objeto producido. Estos dos procesos conducen a una completa destrucción de la tradición"¹⁴.

Con esta tesis pone en crisis la identidad o "aura" del objeto "original", que podría asemejarse a lo local o artesanal, frente al objeto "reproducido" en el que se pierde esa cualidad y se aproxima más a una arquitectura global o industrializada: El ideal de una arquitectura perfecta de "estilo internacional" impulsada por la imagen de la máquina y la posibilidad de racionalizarlo y estandarizarlo todo. En el lado contrario, la "sensibilidad a lo vernáculo" según Terrados es una de las vías de la actitud "informal" en la producción de arquitectura:

"También el uso eficiente y productivo de los recursos escasos desemboca en muchas ocasiones en una necesaria informalidad. Imperfección, manejo de técnicas compositivas de collage, cultura del ready made o de las dobles y triples lecturas de los elementos que sirven para varias cosas"¹⁵.

Por un lado, una actitud avanzada frente a la tecnología que la entiende como un ente invisible, y por otro, el énfasis en lo local y específico no solo en relación al usuario sino también en la implementación de elementos que respondan al clima del lugar. Se trata como dijimos al inicio del ensayo de la dialéctica que enfrenta estos opuestos: frente al trinomio que plantearía la arquitectura global industrializada “forma + estilo + tecnología visible”, encontramos el binomio de la arquitectura local vernácula “usuario + tecnología invisible”. La prefabricación de lo natural como un camino integral para resolver el problema de la vivienda en países en vías de desarrollo como el caso del Ecuador, pasa por negar estos falsos opuestos y trazar las bases para una arquitectura científica y rigurosa pero también sostenible y social que dé solución al problema de la vivienda y la escasez de recursos.

La prefabricación de lo natural hace una revisión de la situación económica y política actual, en el contexto latinoamericano, y estudia la posibilidad de aprovechar recursos naturales producidos por el hombre para su consumo, como necesidad básica, en la fabricación de materiales naturales que permitan construir un hábitat digno y sostenible. El producto y la técnica empleados por el hombre para alimentarse, son reinterpretados y aplicados en su protección y cobijo.

Los ecomateriales en la era de la reproductibilidad técnica plantean un nuevo escenario de reflexión sobre el valor de lo artesanal cuando este es llevado a su producción industrial, por la necesidad de la sociedad. En un contexto de desigualdades sociales crecientes, la necesidad de poner en relación el campo y la ciudad, la agricultura y la arquitectura, lo artesanal y lo industrial, se convierte en un instrumento de relevancia política para enfrentar los problemas de la “nueva cuestión urbana”¹⁶.

Una tercera revolución industrial, fundamentada en las tecnologías de comunicación y en las energías renovables, sustenta esta investigación en el contexto temporal, desde la necesidad del hombre de encontrar en lo existente la respuesta a las necesidades de vivienda de la sociedad. Una redefinición contemporánea de la antigua relación entre agricultura y arquitectura que revolucione el paso de lo artesanal a lo industrial (figs. 14 y 15). RA

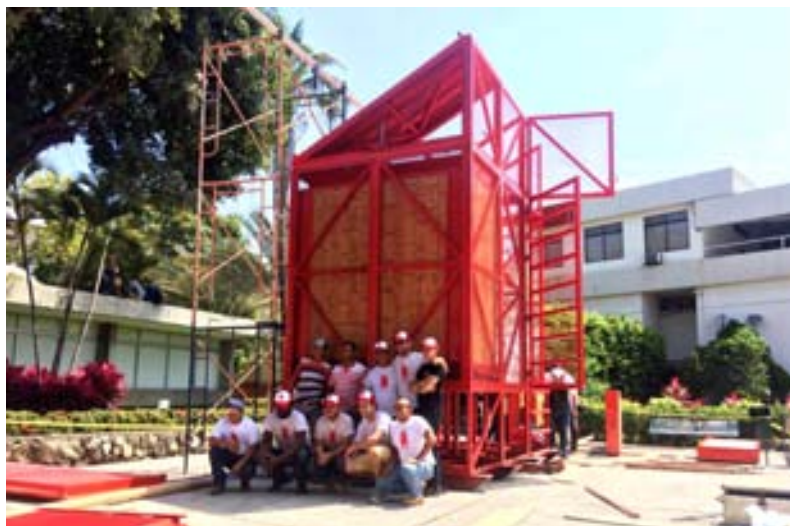


Fig. 12
Desembarco de los materiales del Guardián del Chimborazo (prototipo #1).

Fig. 13
Estibaje de los paneles de prueba en el contenedor del INAE del Refugio Antártico Ecuatoriano (prototipo #2).

Fig. 14
Puertas abiertas del Guardián del Chimborazo (prototipo #1).

Fig. 15
Refugio Antártico Ecuatoriano (prototipo #2).

Notas

01. El título hace alusión al ensayo "La obra de arte en la era de su reproducibilidad técnica" escrito por Walter Benjamin entre 1935 y 1936 que era un conjunto organizado de tesis en torno a la imagen del arte y su relación con los cambios tecnológicos.

02. Refugio Antártico Ecuatoriano (RAE) es un proyecto de investigación, subvencionado por el SINDE (Sistema de investigación y Desarrollo) de la UCSG con un presupuesto de 172.712 dólares, desarrollado entre 2015-2018 por 18 investigadores, entre profesores, estudiantes y profesionales externos, cuyo objetivo final es la construcción de un refugio para Ecuador en la Antártida.

03. La Unidad Académica y de Investigación Ecomateriales, es una unidad adscrita al IPUR, y perteneciente a la Facultad de Arquitectura de la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil. Es la encargada de desarrollar investigación a través de la experimentación con diferentes tipos de fibras naturales y de reciclaje, como la Guadua y fibras de residuos, provenientes de la agroindustria, como la cascarilla de arroz, estopa de coco, banano, maíz, abacá, entre otras. La unidad tiene registradas algunas patentes en el sistema del IEPI.

04. El Guardián del Chimborazo (prototipo #1) es el primer prototipo de refugio de la investigación localizado en el volcán Chimborazo (Sierra de los Andes del Ecuador), a 4.850 msnm, con la finalidad de monitorear su comportamiento en condiciones extremas; el Refugio Antártico Ecuatoriano (prototipo #2) es un prototipo de refugio propuesto para su construcción en la Isla Dee situada en la Antártida, a 0 msnm, frente a Isla Greenwich donde se encuentra localizada la estación ecuatoriana "Pedro Vicente Maldonado" del INAE. El prototipo #1 ya ha sido construido en el Chimborazo y el prototipo #2 ha sido montado y desmontado en la universidad como prueba para verificar el proceso constructivo y está en proceso de ser transportado a la Antártida para su ubicación final.

05. "Futuro primitivo" es el leitmotiv de la arquitectura que proyecta Sou Fujimoto que viene recopilada en el libro homónimo: aprender de la inteligencia de las técnicas ancestrales del pasado para proyectar la arquitectura del futuro.

06. Ver el artículo "Tecnología de lo gratuito. Aprovechamiento de las fibras naturales desechadas como material de construcción" publicado en *"El poder de la piel. Nuevos materiales en el proyecto arquitectónico contemporáneo"* organizado por COMPAC The Surfaces Company y el Grupo de investigación ARKRIT de la Universidad Politécnica de Madrid.

07. DEPLAZES, Andrea, *Construir la arquitectura del material en bruto al edificio, Un manual*, Barcelona, Gustavo Gili, 2010, p. 12.

08. KIMMELMAN, M., Entrevista con Alejandro Aravena – *Alejandro Aravena, el arquitecto que salvó un país*, Nueva York, EEUU, New York Times, 8 de junio de 2016.

09. Término utilizado para describir ciertos espacios de la arquitectura de Lacaton y Vassal en el texto de Ilka y Andreas Ruby titulado "Espacio extra, extra grande" que aparece en la introducción del libro *2G Book Lacaton & Vassal*.

10. Este concepto permite armar de forma rápida la estructura metálica que constituye el esqueleto del prototipo y cubrirla con un poncho plástico que genere de forma instantánea un espacio protegido de las inclemencias del tiempo donde poder almacenar los materiales de construcción, las herramientas, y comenzar a montar los paneles interiores que encierran el espacio habitable con el equipo humano a salvo.

11. Extracto del texto "Ville Spatiale" incluido en el manifiesto *L'architecture mobile* que Yona Friedman presentó, en 1956, en el Congreso Internacional de Arquitectura Moderna n. 10 celebrado en Dubrovnik, Croacia, publicado y traducido años más tarde.

12. Habraken, John (2000). *El diseño de soportes*. Barcelona: Gustavo Gili.

13. En la teoría de la arquitectura moderna, el "genius loci" tiene profundas implicaciones en la proyección de espacios públicos y está vinculada a la rama filosófica de la fenomenología. Christian Norberg-Schulz en *Genius Loci. Aproximación a una fenomenología de la arquitectura*, nos habla de la importancia del genio del lugar en el entorno.

14. Según Antonio Miranda en *Ni robot ni bufón* diseño es: "Creación gráfica para la fabricación de objetos atópicos sin lugar específico, y prototipos. El proyecto de arquitectura, por el contrario, se refiere a la construcción –que no creación– de objetos para un lugar específico".

15. IGNACIO, P., "Construyendo hábitos. Alternativas a la vivienda: del estuche a la caja", *Arquitectura Viva*, 49, 1996, pp. 20-21.

16. BENJAMIN, W., *La obra de arte en la era de su reproducibilidad técnica y otros textos*, Buenos Aires, Ediciones Godot Argentina, 2012, pp. 28-29.

17. TERRADOS, J., *Prefabricación ligera de viviendas. Nuevas premisas*. Sevilla, Universidad de Sevilla, Secretariado de Publicaciones, 2012, p. 183.

18. SECCHI, B., *La ciudad de los ricos y la ciudad de los pobres*, Madrid, La Catarata, 2014.

Referencias bibliográficas

- ÁBALOS, I., *La belleza Termodinámica*. CIRCO 157, Madrid, La Casa del Aire, 2008.
- BAMBA, J. C.; De Teresa, I.; González, A., Tecnología de lo gratuito. Aprovechamiento de las fibras naturales desechadas como material de construcción. *El poder de la piel. Nuevos materiales en el proyecto arquitectónico contemporáneo*, Madrid, ARKRIT, 2018.
- BENJAMIN, W., *La obra de arte en la era de su reproductibilidad técnica y otros textos*, Buenos Aires, Ediciones Godot, 2012, Argentina.
- BORREGO, I., *Materia informada: deformación, conformación y codificación, los tres procedimientos de almacenamiento de información en la materia*. Tesis Doctoral, Madrid, Universidad Politécnica de Madrid, 2012.
- BROWNELL, B., *Transmaterial. A Catalogue of Materials that redefine our Physical Environment*, Nueva York, Princeton Architectural Press, 2006.
- CHÁVEZ, J. D., *La Piel de la arquitectura*. Arquetipo, 2010, n. 1, 21-31.
- DE MOLINA, S., Aprovechar, *Múltiples estrategias de arquitectura*, Septiembre 26. Disponible en: <http://santiagodemolina.com>, 2013.
- DEPLAZES, Andrea, *Construir la arquitectura del material en bruto al edificio. Un manual*, Barcelona, Gustavo Gili, 2010.
- ESPUELAS, F., *Madre Materia*, Madrid, Ricardo S. Lampreave. *Fibras del futuro*. (22 de 03 de 2016). Obtenido de Fibras del futuro: <http://www.fao.org/economic/futurefibres/fibres/abaca0/es/>, 2009.
- FRIEDMAN, Y., *La arquitectura móvil: hacia una ciudad concebida por sus habitantes*, Barcelona, Poseidón, 1978.
- FRIEDMAN, Y., *Yona Friedman. Pro Domo*. Barcelona, ACTAR y CAAC, 2006.
- FUJIMOTO, S., *Sou Fujimoto: Primitive Future*, Tokyo, LIXIL Publishing, 2008.
- HABRAKEN, J., *El diseño de soportes*, Barcelona, Gustavo Gili, 2000.
- IGNACIO, P., Construyendo hábitos. Alternativas a la vivienda: del estuche a la caja, *Arquitectura Viva*, 49, 1996, pp. 19-24.
- KIMMELMAN, M., (8 de junio de 2016). Entrevista con Alejandro Aravena – “Alejandro Aravena, el arquitecto que salvó un país”, Nueva York, EEUU, *New York Times*, Recuperado en <https://www.nytimes.com>.
- LACATON, A. & VASSAL, J.P., *2G Book Lacaton & Vassal*, Barcelona, Gustavo Gili, 2012.
- MERA, J. I., *Los extremos se tocan. Los climas irreconciliables*, Cuadernos de Proyectos Arquitectónicos, n. 2. El Lugar, 52-61, 2011.
- MIRANDA, A., *Ni robot ni bufón: manual para la crítica de arquitectura*, Madrid, Ediciones Cátedra S.A., 1999.
- SECCHI, B., *La ciudad de los ricos y la ciudad de los pobres*, Madrid, La Catarata, 2014.
- SOLANO, A., *Evaluación de la eficacia de las fibras de residuos agrícolas o agroindustriales para ser usadas como ecomateriales*. Guayaquil, Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, 2015.
- TERRADOS, J., *Prefabricación ligera de viviendas. Nuevas premisas*, Sevilla, Universidad de Sevilla, Secretariado de Publicaciones, 2012.